

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА НА СТАДІЇ ЙОГО ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 614.8

Article info

Received 17.01.2017

М. В. Новожилова¹, В. М. Попов²¹Харківський НУ будівництва та архітектури, м. Харків, Україна²НУ цивільного захисту України, м. Харків, Україна

Проведено якісний аналіз множини часткових критеріїв екологічної ефективності інвестиційно-будівельного проекту, узгоджених з характеристиками продукту проекту – об'єкта будівництва як основи проактивного управління проектом. Розкрито ієрархічний характер множини розглянутих критеріїв. Поряд з параметрами хімічного, фізичного та інших видів класичного забруднення довкілля, розглянуто вплив стаціонарно-деструктивного та естетичного забруднення екосистеми. Наведені часткові критерії є дефляторами щодо показника екологічної ефективності, що визначається на передінвестиційному етапі проекту.

Ключові слова: екологічна небезпека, оцінювання рівня забруднення, об'єкт будівництва.

Постановка проблеми. Об'єкт будівництва є продуктом інвестиційно-будівельного проекту (ІБП). Будівництво або реконструкція об'єкта сприяє розвитку міської території, породжує зміни в навколишньому середовищі і є об'єктом інтересів багатьох членів суспільства. Отже, ІБП – це цілеспрямована зміна певної території, що протікає в часі. Продукт кожного ІБП поряд з виконанням своєї місії – якісного перетворення території, що охоплює забезпечення розвитку продуктивних сил і росту добробуту населення, об'єктивно підсилює негативний антропогенний вплив на природне середовище, що призводить до виникнення складних екологічних і соціальних проблем. Тому вимоги як до продукту ІБП, так і до рівня керування ІБП постійно підвищуються, що безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємств будівельної галузі. Умовою інтересу інвесторів є відповідність міжнародним стандартам ведення будівництва, наявність комплексу інвестиційних альтернатив і сценаріїв розвитку зовнішнього середовища, а також формальних способів побудови багатовимірної оцінки ефективності ІБП, зокрема, частинного критерію екологічної ефективності.

Відзначені особливості сучасного стану будівельної галузі потребують зміни підходів до питань проактивного управління екологічною безпекою майбутнього продукту ІБП на основі розроблення та імплементації засобів математичного моделювання його оптимальної структури і параметрів.

Мета роботи – побудувати систему часткових критеріїв кількісної оцінки рівня екологічної небезпеки, пов'язаної з об'єктом будівництва, на стадії його проектування.

Аналіз існуючих публікацій. Питання побудови часткових і узагальненого критеріїв ефективності ІБП досліджено у багатьох роботах як вітчизняних, так й іноземних авторів. У дослідженнях В.І. Теліченко (Telichenko, Slesarev, & Stojkov, 2005) розглянуто загальні методологічні аспекти управління екологічною безпекою в будівництві та, зокрема, питання управління ІБП з урахуванням впливу екологічних факторів. У дослідженні (Popov, Novozhilova, & Chub, 2014) виконано побудову векторного критерію ефективності ІБП

з урахуванням екологічних факторів. У роботі (Novozhilova, Chub, & Ivanilov, 2010) формалізовано систему ресурсних обмежень ІБП. У публікаціях (Chub, & Morshh, 2012; Novozhilova, Belenchenko, & Murin, 2009; Popov, Chub, & Novozhilova, 2013) проаналізовано вплив пожежі на довкілля та характеристики підсистеми забезпечення пожежної безпеки як основної складової частини системи забезпечення екологічної безпеки продукту проекту для виділеного класу ІБП.

Виклад основного матеріалу. Продукт ІБП – складна відкрита організаційно-технічна система, що існує в тісному взаємозв'язку із зовнішнім середовищем і змінює її властивості. Будівельний об'єкт несе також потенційну загрозу зовнішньому середовищу (шум, випромінювання, забруднення атмосфери, водного басейну й землі) та може бути джерелом естетичного забруднення.

Під екологічною ефективністю ІБП будемо розуміти забезпечення мінімального впливу продукту проекту на зовнішнє середовище впродовж всього життєвого циклу продукту, як у повсякденному режимі функціонування, так і в режимі надзвичайної ситуації.

Визначимо явище забруднення навколишнього середовища як надходження у природне середовище будь-яких твердих, рідких, газоподібних речовин, мікроорганізмів, видів енергії (звукового, електромагнітного або радіоактивного випромінювання) або наявність естетичного впливу у кількостях, що зумовлюють зміни складу й властивостей компонентів природи та здійснюють шкідливий вплив на людину, флору й фауну.

Виділимо такі фактори комплексного забруднення середовища.

Забруднення атмосфери. Атмосфера як екологічний компонент – це шар повітря у підґрунті й над її поверхнею, у межах якого спостерігається взаємний вплив усіх екологічних компонентів. Тому забруднення повітря позначається на зміні складу і властивостей компонентів природи й здоров'я людини.

На цей час у промислово розвинених країнах щорічно на одну людину в атмосферу викидаються понад 2,25 кг різних забруднювачів, зокрема 1,5 кг газоподібних і 0,75 кг твердих речовин.

Основними токсичними домішками у повітрі є: оксид вуглецю (чадний газ) CO, діоксид сірки SO₂, оксид азоту NO, діоксид азоту NO₂, озон, метан, етилен, ацетилен, альдегіди, аміак, сірководень, формальдегід тощо.

Забруднення водного басейну розглядають як наявність у прісній воді промислових і побутових відходів, які містять солі різних металів, отруйні речовини, залишки мінеральних добрив, радіоактивних речовин тощо.

Забруднення ґрунту. Ґрунт – це самостійне природничо-історичне біокосне тіло, що виникло внаслідок впливу живих і мертвих організмів, атмосфери і природних вод на поверхні гірських порід в умовах різного клімату й рельєфу та земної гравітації.

Діяльність людини призводить до зменшення площі орних земель, збільшення площі повністю урбанізованих територій, де дощова вода не проникає у ґрунт, що стає причиною порушення коловороту води і водного балансу й негативно впливає на стан екосистеми загалом.

Хімічне забруднення ґрунту пов'язане із забрудненням атмосфери й вод. У ґрунт потрапляють тверді й рідкі промислові, сільськогосподарські й побутові відходи. Основними забруднювачами ґрунту є метали та їх з'єднання, радіоактивні речовини, добрива й пестициди.

Відходи. Величезною економічною й екологічною проблемою великих мість України є нагромадження твердих побутових відходів (ТБВ). Це тверді відходи й інші речовини (зокрема будівельне сміття), які утворюються у побутовій діяльності людини внаслідок амортизації предметів побуту й самого життя людей та не можуть бути утилізованими, враховуючи тверду фазу стічних вод. Небезпечним стає збільшення частки синтетичних полімерних матеріалів, які практично не піддаються біодеструкції.

Розглянемо вплив забруднювачів на компоненти міської системи.

Інгредієнтне (хімічне) забруднення вважають найнебезпечнішим для природного середовища й екосистем у цілому. Наприклад, внаслідок забруднення навколишнього середовища оксидами вуглецю (CO, CO₂), сірки (SO₂), азоту (NO, NO₂ і ін.), фтор-, хлор-вуглеводнями (фреоном), метаном (CH₄), озonom (O₃) й іншими газоподібними речовинами відбувається зміна клімату, випадання кислотних дощів, порушення біохімічного коловороту речовин, виникнення та нагромадження в рослинах і живих організмах токсичних забруднювачів.

Найнебезпечнішими хімічними забруднювачами для людини є діоксини, бензопірен, нітрити й нітрати, які називають "екологічними пастками". Нагромаджуючись в організмі людини, вони спричиняють гострі й хронічні отруєння, стають причиною імунодефіциту й інших захворювань. Ці речовини утворюються у багатьох технологічних процесах, зокрема і під час горіння.

Параметричні (фізичні) забруднення навколишнього середовища – шум, вібрація, теплове забруднення, електромагнітні, радіаційні поля – спричиняють деградацію екосистем. Відбувається загибель

або міграція тварин із зон цих впливів, що супроводжується, згодом, загибеллю всієї екосистеми. Шум – одна із форм фізичного (хвильового) забруднення, адаптація до якого неможлива.

Стаціонально-деструктивне забруднення найчастіше спостерігається у будівництві через зміну ландшафтів на території у процесі нерационального природокористування. В екосистему внаслідок будівельної діяльності привносяться додаткові техногенні компоненти. При цьому відбуваються не тільки структурні зміни (система стає неоднорідною, складною), але й природні взаємодії виявляються порушеними. Особливо небезпечний цей вид забруднення у містах, тому що під час їхнього будівництва порушується вимога екологічної ємності території, а природні комплекси, що залишилися на території міста, не можуть забезпечити ефективне очищення повітря, води, протистояти "закисленню" ґрунту й перетворенню його в піл.

Зросли навантаження на навколишнє середовище у мегаполісах – існуюча "озелененість" через загибель дерев і дрібних наземних і водних екосистем становить сьогодні в середньому всього тільки 33 % від оптимальної для міста.

Естетичне (візуальне) забруднення заподіює значний збиток архітектурно-історичному середовищу міста. Одноманітна архітектура вносить не тільки дисгармонію в історичне середовище міста, але й посилює соціальні проблеми. Естетично непривабливі будинки негативно впливають на зір і психіку людини – люди стають похмурими, зростає кількість випадків вандалізму тощо. Забруднювачами стають сірі одноманітні фасади з різко зниженою кількістю видимих елементів (глухі фасади, панелі великого розміру, стіни, облицьовані кахельною плиткою тощо).

Отже, часткові критерії екологічної складової E_{ін}, які кількісно характеризують рівень екологічної безпеки продукту БП, є такими:

$$E_{ін} = \{ k^П, k^Ф, k^Б, k^{СД}, k^В \} = \{ k_1^П, k_2^П, \dots, k_{m_П}^П, k_1^Ф, \dots, k_4^Ф, k_1^Б, k_2^Б, k_3^Б, k_1^{СД}, k_2^{СД}, \dots, k_6^{СД}, k_1^В, k_2^В, k_3^В, k_4^В \}, \quad (1)$$

де вектор $k^П = (k_1^П, k_2^П, \dots, k_{m_П}^П)$ характеризує рівень токсичних домішок у повітрі: $k_1^П$ – рівень оксиду вуглецю (чадний газ) CO, $k_2^П$ – рівень діоксиду сірки SO₂, $k_3^П$ – рівень оксиду азоту NO тощо; вектор $k^Ф = (k_1^Ф, k_2^Ф, k_3^Ф, k_4^Ф)$ характеризує рівні різних типів фізичного забруднення: $k_1^Ф$ – шумового забруднення, $k_2^Ф$ – теплового забруднення, $k_3^Ф$ – світлового забруднення, $k_4^Ф$ – радіаційного забруднення відповідно; вектор $k^Б = (k_1^Б, k_2^Б, k_3^Б)$ характеризує рівень різних типів біологічного забруднення; вектор $k^{СД} = (k_1^{СД}, k_2^{СД}, \dots, k_6^{СД})$ формалізує рівень різних типів стаціонально-деструкційного забруднення; вектор $k^В = (k_1^В, k_2^В, k_3^В, k_4^В)$ характеризує рівень різних типів естетичного (візуального) забруднення.

Значимо, що критерій екологічної небезпеки (1) має ієрархічну структуру. Виділені часткові критерії застосовують у нормалізованому вигляді, що дає змогу використовувати порівняльну шкалу в діапазоні значень [0,1]. При цьому найвищі значення представлених критеріїв відповідають найнижчому рівню екологічної ефективності ІБП.

Висновки. Розглянуто процедуру побудови множини часткових критеріїв рівня екологічної небезпеки продукту ІПБ – об'єкта будівництва, що уможливило побудову прогнозу багатокритеріальної оптимізаційної моделі продукту на етапі проектування. Подання часткових критеріїв у безрозмірному вигляді припускає застосування відомих методик зведення задачі векторної оптимізації, якою за постановкою є задача визначення параметрів продукту проекту, оптимальних з погляду забезпечення екологічної безпеки, до однокритеріальної (набору однокритеріальних) оптимізаційної задачі.

Перелік використаних джерел

- Chub, I. A., & Morshh, E. V. (2012). Matematicheskoe modelirovanie vozdejstvija požhara na okružhajushhiju sredu. *Problemy požharnoj bezopasnosti*, 12, pp. 186–190. [In Russian].
- Novozhilova, M. V., Belenchenko, I. V., & Murin, M. N. (2009). Uchet vlijanija vozmožnogo požhara pri postroenii vektornogo kriterija jeffektivnosti proekta logisticheskogo kompleksa. *Problemy požharnoj bezopasnosti*, 26, pp. 89–93. [In Russian].
- Novozhilova, M. V., Chub, I. A., & Ivanilov, A. S. (2010). Postanovka i reshenie optimizacionnoj dinamicheskoj zadachi upravlenija ogranichenymi resursami proekta. *Problemy mashinostroenija*, 4, pp. 79–85. [In Russian].
- Popov, V. M., Chub, I. A., & Novozhilova, M. V. (2013). Model adaptivnoj sistemy tehnožennoj bezopasnosti regiona. *Sistemi upravlinnja, navigacii ta zvjazku*, 2(26), pp. 79–85. [In Russian].
- Popov, V. M., Novozhilova, M. V., & Chub, I. A. (2014). Pokazately jeffektivnosti regionalnoj sistemy tehnožennoj bezopasnosti. *Vestnik Komandno-inženernogo in-ta MChS Respubliki Belarus*, 2(20), pp. 32–41. [In Russian].
- Telichenko, V. I., Slesarev, M. Yu., & Stojkov, V. F. (2005). *Upravlenie jekologicheskoj bezopasnostju stroitelstva. Jekologicheskij monitoring*. Moscow: ACF, p. 328. [In Russian].

М. В. Новожилова, В. М. Попов

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА СТАДИИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проведен качественный анализ множества частных критериев экологической эффективности инвестиционно-строительного проекта, согласованных с характеристиками продукта проекта – объекта строительства, как основы проактивного управления проектом. Определен иерархический характер множества рассматриваемых критериев. Наряду с параметрами химического, физического и других видов классического загрязнения окружающей среды, изучено влияние стационально-деструктивного и эстетического загрязнения экосистемы. Эти частные критерии являются дефляторами по показателю экологической эффективности, определяемому на прединвестиционном этапе проекта.

Ключевые слова: экологическая опасность, оценка уровня загрязнения, объект строительства.

М. В. Новожилова, В. М. Попов

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL HAZARDS OF CONSTRUCTION FACILITY ON THE STAGE OF DESIGN

Construction facility is the product of investment project in civil engineering. Building or reconstruction contributes to the development of urban areas, generating changes in the environment and is the great point of interest for many members of society. Thus, investment project in civil engineering can be considered as a purposeful change of the urban area and caused the aim of this study that is to construct a system of partial criteria for quantitative assessment of the environmental hazards associated with the construction facility at the stage of its design. Consequently, we propose to understand environmental efficiency of the investment project as ensuring minimal impact on the environment throughout the project product life cycle, both in the daily mode of operation and in emergency mode. Hierarchical nature of the set of ecological criteria being developed has been investigated. We consider the following factors of complex pollution of environment as air pollution, pollution of the water basin, ground pollution, solid and liquid wastes. Along with the parameters of the chemical, physical and other types of classical pollution the effect of station-destructive and aesthetic pollution of ecosystems has been also studied. Thus, the environmental partial criteria that quantify the environmental hazards associated with construction project product have been ordered general criterion. We have highlighted partial criteria are applied in normalized form that allows to use comparative scale in the range [0,1]. It is necessary to note the highest value of each from the set of criteria corresponds to the lowest level of project eco-efficiency. To conclude we state that availability of partial criteria set for environmental hazards of product of investment project in civil engineering allows developing predictive multi criteria optimization model of project product. Dimensionless form of partial criteria set submission admits to use known techniques in order to transform vector optimization problem that is initial problem statement of determining the parameters of project product, optimal in terms of environmental safety, to scalar (one-criterion) optimization problem.

Keywords: ecologic hazard; contamination level evaluation; construction facility.

Інформація про авторів:

М. В. Новожилова, д-р фіз.-мат. наук, професор, Харківський НУ будівництва та архітектури, м. Харків, Україна,
Email: m.novozhilova04@gmail.com

В. М. Попов, д-р техн. наук, доцент, НУ цивільного захисту України, м. Харків, Україна.